

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

2

(11)Publication number : 11-044724

(43)Date of publication of application : 16.02.1999

(51)Int.Cl.

G01R 31/02

G01R 31/00

G01R 31/302

(21)Application number : 09-199724

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 25.07.1997

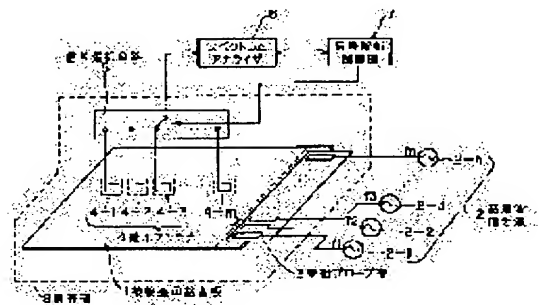
(72)Inventor : SAITO YUTAKA  
OKAMURA YUKIMICHI

## (54) CIRCUIT BOARD INSPECTING DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a noncontact type circuit board inspecting device usable regardless of the presence or absence of mounted components of a test circuit board and the electric operation of circuits and having high detection accuracy.

**SOLUTION:** A test circuit board 1 is set to the operational or nonoperational state, and signals with different frequencies from a high-frequency signal source 2 are fed to circuit patterns of the test circuit board 1 to excite them via an electromagnetic probe section 3 utilizing noncontact electromagnetic induction. The electromagnetic waves emitted from the circuit patterns are detected by micro-antennas 4, they are selected in sequence by a signal selecting circuit 5, the level of the high-frequency signal is detected by a spectrum analyzer 6 or a major ring receiver for each frequency component, and the level of the frequency component is analyzed for each micro-antenna by a signal analysis controller 7. When a circuit pattern fails, its portion and a circuit signal node can be specified.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-44724

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月16日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 1 R 31/02  
31/00  
31/302G 0 1 R 31/02  
31/00  
31/28

L

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-199724

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月25日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 斎 藤 裕

石川県金沢市彦三町二丁目1番45号 株式  
会社松下通信金沢研究所内

(72) 発明者 岡 村 行 通

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1  
号 松下通信工業株式会社内

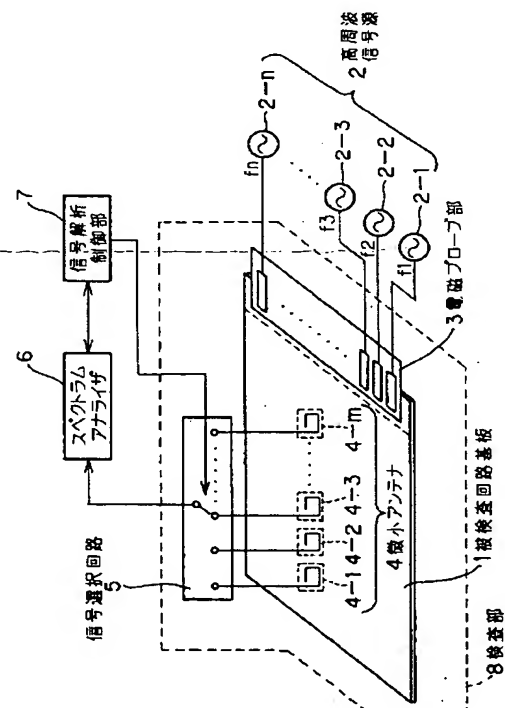
(74) 代理人 弁理士 蔵合 正博

(54) 【発明の名称】 回路基板検査装置

(57) 【要約】

【課題】 接触検査におけるプローブ接触に関する誤動作の問題や、非接触検査における電氣的動作状態での故障部位の特定精度の低下の問題を解決する。

【解決手段】 被検査回路基板1を動作または非動作状態とし、高周波信号源2からの周波数がそれぞれ異なる信号を、非接触電磁誘導を利用した電磁プローブ部3を介して、被検査回路基板1の各回路パターンに入力して励振する。各回路パターンから放射された電磁波を微小アンテナ4で検出し、信号選択回路5で順次選択して、スペクトラムアナライザ6またはメジャリングレシーバで高周波信号のレベルを周波数成分別に検出し、信号解析制御部7で各微小アンテナ毎に周波数成分のレベルを解析することで、回路パターンが故障した場合に、その部位と回路信号ノードを特定することができる。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 周波数の異なる複数の高周波信号発生手段と、前記高周波発生手段から出力された複数の高周波信号を被検査回路基板の複数の回路パターンにそれぞれ対応させて誘導結合して励振する非接触電磁誘導プローブ手段と、前記被検査回路基板の回路パターンから放射される電磁波を検出する複数の微小アンテナと、前記複数の微小アンテナからの高周波信号を順次選択する信号選択手段と、前記信号選択手段からの出力を周波数領域で信号解析を行う信号解析手段とを備え、特定位置の微小アンテナから検出された信号の周波数成分を解析することで、被検査回路基板の故障の部位および回路パターンを特定することを特徴とする回路基板検査装置。

**【請求項 2】** 高周波信号発生手段と、複数のパルス信号を発生させるパルス信号発生手段と、前記高周波信号発生手段から出力された高周波信号を前記パルス信号発生手段からの複数のパルス信号によりパルス変調する複数のパルス変調手段と、前記パルス変調手段から出力された複数のパルス変調高周波信号を被検査回路基板の複数の回路パターンにそれぞれ対応させて誘導結合して励振する非接触電磁誘導プローブ手段と、前記被検査回路基板の回路パターンから放射される電磁波を検出する複数の微小アンテナと、前記複数の微小アンテナからのパルス変調高周波信号を順次選択する信号選択手段と、前記信号選択手段から出力されたパルス変調高周波信号と前記パルス信号発生手段からのパルス信号とを比較して時間領域解析を行う信号解析手段とを備え、特定位置の微小アンテナから検出された信号を時間領域で解析することで、被検査回路基板の故障の部位および回路パターンを特定することを特徴とする回路基板検査装置。

**【請求項 3】** 高周波信号発生手段と、前記高周波信号発生手段から出力された高周波信号を互いに相関の低い複数の拡散符号系列によって乗算する複数の拡散変調手段と、前記拡散変調手段から出力された複数の拡散変調高周波信号を被検査回路基板の複数の回路パターンにそれぞれ対応させて誘導結合して励振する非接触電磁誘導プローブ手段と、前記被検査回路基板の回路パターンから放射される電磁波を検出する複数の微小アンテナと、前記複数の微小アンテナからの拡散変調高周波信号を順次選択する信号選択手段と、前記信号選択手段からの出力を前記複数の拡散符号系列と同一符号により逆拡散を行う逆拡散手段と、前記逆拡散された高周波信号のレベルを検出して解析を行う信号解析手段とを備え、特定位置の微小アンテナから検出された信号を符号分割により解析することで、被検査回路基板の故障の部位および回路パターンを特定することを特徴とする回路基板検査装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は、回路基板検査装

置、特に部品実装を行っていない回路基板パターンの不良検出、および部品実装後の回路基板の非動作状態または動作状態における故障検出を行う回路基板検査装置に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 従来、回路基板の検査は、被検査回路基板上に設けたテストポイントに検査装置のプローブを電氣的に接続させることによる方法が一般的であった。この方法は、例えば特開平 7-63788 号公報、特開平 6-43184 号公報、特開昭 63-151872 号公報などに示されるように、検出プローブピンや基板の位置固定技術や搬送技術に工夫が施され、広く利用されている。

**【0003】** 回路基板の別の検査方法としては、例えば特開平 5-21548 号公報、特開平 5-26637 号公報に示されるように、X線検査や電子ビーム光による非接触の検査方式が提案されている。

**【0004】** このような非接触による検査方法の他の例として、例えば特開平 6-308202 号公報に示されるように、被検査回路基板の動作状態において、被検査回路基板から放射される電磁波を電磁波センサにより非接触で検出し、正常に動作している基板から放射される電磁波分布と比較することにより、故障部位を検出する方法が提案されている。

**【0005】**

**【発明が解決しようとする課題】** しかしながら、上記従来の検査方法のうち、検出プローブの電気接触による方法は、最近の機器の小型化に対応した高密度実装基板においては、テストポイントとパターンや実装部品が極めて近接するため、誤接触や非接触が問題となっており、またプローブピンの機械的接触による磨耗も大きな問題となっていた。

**【0006】** また、X線検査や電子ビーム光を用いた非接触による検査方法は、被検査回路基板の電氣的な導通や電気回路自体を検査することができず、検査精度面での問題があった。

**【0007】** さらに、電磁波を用いた非接触による検査方法は、被検査回路基板を電氣的な動作状態にして検査する必要があり、部品を実装する前の基板単体のパターン不良の検出を行うことができないという問題があった。さらに、この方法では、被検査回路基板の動作状態における放射電磁波を周波数領域において解析しているため、例えばデジタル回路基板のように同一周波数のクロック信号が多数存在している場合は、故障部位の特定の精度が低下するという問題があった。

**【0008】** 本発明は、このような従来の問題を解決するものであり、被検査回路基板の部品実装の有無や回路の電氣的動作の有無に拘らず対応可能で、かつ高い検出精度を有する非接触型の回路基板検査装置を提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、被検査回路基板の回路パターンから放射される電磁波を検出する複数の微小アンテナを備えることで、従来における検出プローブの電気接触における問題を解決することができる。また、高周波信号発生手段から出力された高周波信号を被検査回路基板の複数の回路パターンにそれぞれ対応させて誘導結合により励振する被接触電磁プローブ手段を備えることで、部品を実装する前の基板単体のパターン不良の検出および非動作状態での検査を行うことができる。

【0010】さらに本発明では、検査用の高周波信号を被検査回路基板に励振する構成において、部品実装後の回路基板を検査する場合、検査用の高周波信号を基板上のすべての回路パターンに伝達させるために、回路を電氣的に動作状態とする必要が生じる。この場合において、検査用の高周波信号を変調する複数の変調手段と、微小アンテナからの変調高周波信号の解析を行う信号解析手段とを備え、動作中の被検査回路基板から定常的に放射される電磁波と検査用の高周波信号とを分離して解析することで、動作中の被検査回路基板から定常的に放射される電磁波、例えば多数の同一周波数のクロック信号の影響により故障部位の特定の精度が低下することを防止することができる。

## 【0011】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、周波数の異なる複数の高周波信号発生手段と、前記高周波発生手段から出力された複数の高周波信号を被検査回路基板の複数の回路パターンにそれぞれ対応させて誘導結合して励振する非接触電磁誘導プローブ手段と、前記被検査回路基板の回路パターンから放射される電磁波を検出する複数の微小アンテナと、前記複数の微小アンテナからの高周波信号を順次選択する信号選択手段と、前記信号選択手段からの出力を周波数領域で信号解析を行う信号解析手段とを備え、特定位置の微小アンテナから検出された信号の周波数成分を解析することで、被検査回路基板の故障の部位および回路パターンを特定することを特徴とする回路基板検査装置であり、部品を実装する前の基板単体のパターン不良の検出および被検査回路が非動作状態での回路検査を高精度で行える作用を有する。

【0012】本発明の請求項2に記載の発明は、高周波信号発生手段と、複数のパルス信号を発生させるパルス信号発生手段と、前記高周波信号発生手段から出力された高周波信号を前記パルス信号発生手段からの複数のパルス信号によりパルス変調する複数のパルス変調手段と、前記パルス変調手段から出力された複数のパルス変調高周波信号を被検査回路基板の複数の回路パターンにそれぞれ対応させて誘導結合して励振する非接触電磁誘導プローブ手段と、前記被検査回路基板の回路パターン

から放射される電磁波を検出する複数の微小アンテナと、前記複数の微小アンテナからのパルス変調高周波信号を順次選択する信号選択手段と、前記信号選択手段から出力されたパルス変調高周波信号と前記パルス信号発生手段からのパルス信号とを比較して時間領域解析を行う信号解析手段とを備え、特定位置の微小アンテナから検出された信号を時間領域で解析することで、被検査回路基板の故障の部位および回路パターンを特定することを特徴とする回路基板検査装置であり、被検査回路を電氣的な動作状態として検査する場合において、特にアナログ回路のように定常的に一定レベルで放射される複数の周波数の電磁波、例えば複数の局部発振回路や中間周波数回路から放射される電磁波が存在する状況の中でも、回路検査を高精度で行える作用を有する。

【0013】本発明の請求項3に記載の発明は、高周波信号発生手段と、前記高周波信号発生手段から出力された高周波信号を互いに相関の低い複数の拡散符号系列によって乗算する複数の拡散変調手段と、前記拡散変調手段から出力された複数の拡散変調高周波信号を被検査回路基板の複数の回路パターンにそれぞれ対応させて誘導結合して励振する非接触電磁誘導プローブ手段と、前記被検査回路基板の回路パターンから放射される電磁波を検出する複数の微小アンテナと、前記複数の微小アンテナからの拡散変調高周波信号を順次選択する信号選択手段と、前記信号選択手段からの出力を前記複数の拡散符号系列と同一符号により逆拡散を行う逆拡散手段と、前記逆拡散された高周波信号のレベルを検出して解析を行う信号解析手段とを備え、特定位置の微小アンテナから検出された信号を符号分割により解析することで、被検査回路基板の故障の部位および回路パターンを特定することを特徴とする回路基板検査装置であり、被検査回路を電氣的な動作状態として検査を行う場合において、特にディジタル回路のように断続的に発生する多数のクロック信号による高次の高調波成分を含む電磁波が存在する状況の中でも、回路検査を高精度で行える作用を有する。

【0014】（実施の形態1）以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は本発明の第1の実施の形態における回路基板検査装置の構成を示すものである。図1において、1は検査対象となる被検査回路基板、2は周波数の異なる複数の高周波信号源、3は高周波信号源2から出力された複数の高周波信号を被検査回路基板1の複数の回路パターンにそれぞれ対応させて誘導結合して励振する電磁プローブ部、4は被検査回路基板1の回路パターンから放射される電磁波を検出する複数の微小アンテナ、5は複数の微小アンテナ4からの高周波信号を順次選択する信号選択回路、6は信号選択回路5で選択された高周波信号のレベルを周波数成分別に検出するスペクトラムアナライザまたはメジャリングレシーバ、7はスペクトラムアナライザ6の出力を周波数

領域で信号解析するとともに、信号選択回路 5 およびスペクトラムアナライザ 6 を制御する信号解析制御部である。8 は電磁プローブ部 3 と微小アンテナ 4 と信号選択回路 5 とで構成された検査部である。

【0015】以上のように構成された回路基板検査装置において、被検査回路基板 1 の回路パターン上の断線や短絡などの故障を検出する動作について、図 2 および図 3 を参照しながら説明する。図 2 (a) において、9 は被検査回路基板 1 上の回路パターンを示し、それぞれの回路パターン 9 a から 9 c に f 1 から f 3 の検査用高周波信号が励振されている。10 は微小アンテナ 4-1 から 4-4 がそれぞれ検出する範囲を示した検査部位であり、微小アンテナ 4-1 から 4-4 は、それぞれ同一符号で示した正方形格子の範囲の電磁波を局所的に検出するように配置される。図 2 (b) から (e) は、微小アンテナ 4-1 から 4-4 で検出した電磁波のスペクトラム波形を示している。図 2 (b) においては、微小アンテナ 4-1 において検出された回路パターン 9 a および 9 c からの電磁波を示しており、f 1 および f 3 の信号が確認される。また図 2 (c) から (e) においては、同様に f 2 および f 3 の信号が確認されている。検査基準用の正常な被検査回路基板を測定し、その各微小アンテナ 4 で検出されたスペクトラム波形を、測定基準用波形として記憶しておく。

【0016】図 3 (a) は図 2 (a) に示した被検査回路基板 1 上の回路パターン 9 の検査部位 10 において、部位 10-3 において断線不良があった場合を示す。この断線部位 10-3 があるため、検査用信号 f 2 および f 3 は、断線部位 10-3 から先へは伝送されないため、各微小アンテナ 4 での検出スペクトラム波形は、それぞれ図 3 (b) から (e) のようになる。この図 3 (b) から (e) までの波形と図 2 (b) から (e) までの波形（測定基準波形）とを比較することで、故障が発生している回路パターン 9 b および 9 c と、また故障発生部位を 10-3 と特定することができる。

【0017】一般には、被検査回路基板 1 上の回路パターンは、例えば 100 以上になる場合が多いが、その場合の最良の方法は、すべての回路パターンにそれぞれ対応した周波数の異なる検査用信号を励振するものである。しかし、このような方法では、検査用設備が大規模となる。それを改善する手段として、検査工程を数段階に分け、各工程においてそれぞれ特定の回路パターンにのみ検査用信号源を励振し検査する方法がある。故障部位の検出精度および位置分解能は、微小アンテナ 4 の位置分解能および数に左右されるが、例えば複数の微小アンテナの組を機械的に移動させることにより、さらに位置分解能を高めることができる。

【0018】以上のように、本実施の形態 1 によれば、検出プローブピンなどの電気接触手段によることなく、部品の実装する前の基板単体のパターン不良の検出お

び非動作状態での検査を高精度で行うことができる。

【0019】（実施の形態 2）次に、本発明の第 2 の実施の形態における回路基板検査装置を図 4 を参照して説明する。図 4 において、11 は図 1 の検査部 8 と同様な構成の検査部であり、被検査回路基板の複数の回路パターンにそれぞれ対応させて誘導結合して励振する電磁プローブ部 3 A と、被検査回路基板の回路パターンから放射される電磁波を検出する複数の微小アンテナ 4 A と、複数の微小アンテナ 4 A からのパルス変調高周波信号を順次選択する信号選択回路 5 A とを有する。12 は高周波信号発生器、13 はパルス信号を発生させるパルス信号発生器、14 はパルス信号発生器 13 から複数のパルス信号を発生させるための複数の遅延器、15 は高周波発生器 12 から出力された高周波信号を各遅延器 14 からのパルス信号によりパルス変調する複数のパルス変調器、16 はパルス変調器 15 から検査部 11 へ出力されるパルス変調高周波信号である検査用高周波信号、17 は信号選択回路 5 A からの検査用高周波信号を検波する高周波信号検波器、18 は検波されたパルス変調高周波信号をパルス信号発生器 13 からのパルス信号と比較して遅延時間差を検出するパルス比較器、19 は検出された遅延時間差をもとに時間領域解析を行うとともに、信号選択回路 5 A および高周波信号検波器 17 を制御する信号解析制御部である。

【0020】以上のように構成された被接触型回路基板検査装置について、以下図 4 を用いてその動作を説明する。高周波信号発生器 12 は、一定の周波数に設定され、その出力はパルス変調器 15 に入力される。一方、パルス信号発生器 13 から出力されたパルス信号は、一定の遅延時間  $t$  に設定された遅延器 14 により遅延され、パルス変調器 15 に変調パルスとして入力される。その結果、パルス変調器 15 からは検査用高周波信号 16 が出力され、検査用高周波信号 16-1 は、パルス信号発生器 13 の出力パルスに対して時間  $t$  だけ、また検査用高周波信号 16-n は  $t \times n$  だけ遅延されたパルス変調波信号となる。検査部 11 において、検査用高周波信号 16 は、電磁プローブ 3 A を通じて被検査回路基板上の各回路パターンを励振し、放射された各回路毎の電磁波が微小アンテナ 4 A により検出され、信号選択回路 5 A により順次選択されて高周波検波器 17 に出力される。高周波信号検波器 17 では、入力された信号をパルス検波する。パルス比較器 18 では、高周波信号検波器 17 のパルス検波出力と、パルス信号発生器 13 からのパルス信号とを比較し、遅延時間差として信号解析制御部 19 に出力する。信号解析制御部 19 では、検査部 11 における各微小アンテナ 4 A（検出部位）毎の信号の遅延時間差を解析することで、検査用高周波信号 16 の成分を特定することができる。また、定常的に一定のレベルで放射される複数の周波数の電磁波が存在しても、上記のパルス時間差検出には影響を及ぼさない。

【0021】以上のように、本実施の形態2によれば、被検査回路を電氣的な動作状態として検査を行う場合において、特にアナログ回路のように、定常的に一定のレベルで放射される複数の周波数の電磁波、例えば複数の局部発振回路や中間周波段回路から放射される電磁波が存在する状況の中でも、回路検査を高精度で行うことができる。

【0022】（実施の形態3）次に、本発明の第3の実施の形態における回路基板検査装置について図5を参照して説明する。図5において、21は図1の検査部8と同様な構成の検査部であり、被検査回路基板の複数の回路パターンにそれぞれ対応させて誘導結合して励振する電磁プローブ部3Bと、被検査回路基板の回路パターンから放射される電磁波を検出する複数の微小アンテナ4Bと、複数の微小アンテナ4Bからの符号拡散変調高周波信号を順次選択する信号選択回路5Bとを有する。22は高周波信号発生器、23は互いに相関の極めて低い複数の拡散符号を発生する拡散符号発生器、24は高周波信号発生器22から出力された高周波信号を拡散符号発生器23からの拡散符号系列によって乗算して拡散する複数の拡散変調器、25は拡散変調された複数の検査用スペクトラム拡散信号である。26は拡散符号発生器23からの拡散符号を順次切り替える拡散符号切替器、27は拡散符号切替器26からの拡散符号を用いて検査部21から出力された検査用スペクトラム拡散信号を逆拡散する逆拡散器、28は逆拡散された信号の帯域制限を行う帯域制限フィルタ、29は帯域制限された信号のレベルを検出するレベル検出器、30はレベル検出された信号の解析を行うとともに、信号選択回路5Bおよび拡散符号切替器26を制御する信号解析制御部である。

【0023】以上のように構成された非接触型の回路基板検査装置について、図5を用いてその動作を説明する。高周波信号発生器22は、一定の周波数に設定され、その出力は、拡散符号発生器23からの互いに相関の極めて低い拡散符号により拡散変調器24で拡散変調され、検査用スペクトラム拡散信号25として検査部21に入力される。検査部21において、検査用スペクトラム拡散信号25は、電磁プローブ3Bを通じて被検査回路基板上の各回路パターンを励振し、放射された各回路毎の電磁波が微小アンテナ4Bにより検出され、信号選択回路5Bにより順次選択されて逆拡散器27に送られる。逆拡散器27では、検査部21からの信号を拡散符号切替器26からの拡散符号と同一の符号を用いて順次逆拡散する。逆拡散された信号は、帯域制限フィルタ28を介してレベル検出器29に入力され、信号解析制御部30で、各信号毎のレベル差を解析することで、検査用スペクトラム拡散信号25の成分を特定することができる。これにより、動作中の被検査回路基板から断続的に放射されている多数のクロック信号による高次の高調波成分を含む電磁波成分についても、逆拡散時に無相関

な信号として逆拡散されるので、レベル検出に影響を与えない。

【0024】以上のように、本実施の形態3によれば、被検査回路を電氣的な動作状態として検査を行う場合において、特にデジタル回路のように断続的に発生する多数のクロック信号による高次の高調波成分を含む電磁波が存在する状況の中でも、回路検査を高精度で行うことができる。

#### 【0025】

【発明の効果】本発明は、上記実施の形態から明らかなように、部品を実装する前の基板単体のパターン不良の検出および被検査回路が非動作状態での回路検査を高精度で行うことができる。また被検査回路を電氣的な動作状態として検査を行う場合において、特にアナログ回路のように、定常的に一定のレベルで放射される複数の周波数の電磁波、例えば複数の局部発振回路や中間周波段回路から放射される電磁波が存在する状況の中でも、回路検査を高精度で行うことができる。さらに、被検査回路を電氣的な動作状態として検査を行う場合において、特にデジタル回路のように断続的に発生する多数のクロック信号による高次の高調波成分を含む電磁波が存在する状況の中でも、回路検査を高精度で行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1における回路基板検査装置の概略構成を示すブロック

【図2】（a）実施の形態1における動作を説明するための回路パターンの模式図

（b），（c），（d），（e）実施の形態1における動作を説明するためのスペクトラム波形図

【図3】（a）実施の形態1における断線時の動作を説明するための回路パターンの模式図

（b），（c），（d），（e）実施の形態1における断線時の動作を説明するためのスペクトラム波形図

【図4】本発明の実施の形態2における回路基板検査装置の概略構成を示すブロック図

【図5】本発明の実施の形態3における回路基板検査装置の概略構成を示すブロック図

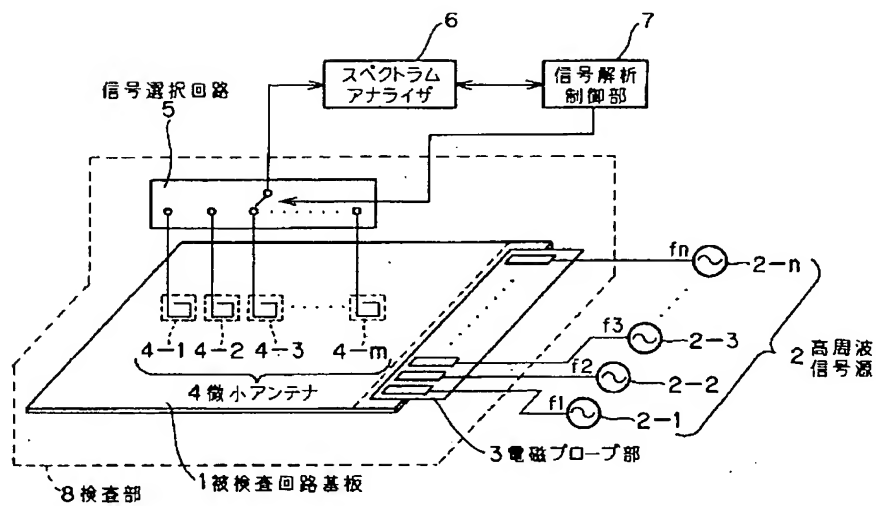
#### 【符号の説明】

- 1 被検査回路基板
- 2 高周波信号源
- 3、3A、3B 電磁プローブ部
- 4、4A、4B 微小アンテナ
- 5、5A、5B 信号選択回路
- 6 スペクトラムアナライザ
- 7 信号解析制御部
- 8 検査部
- 9 回路パターン
- 10 検査部位
- 11 検査部

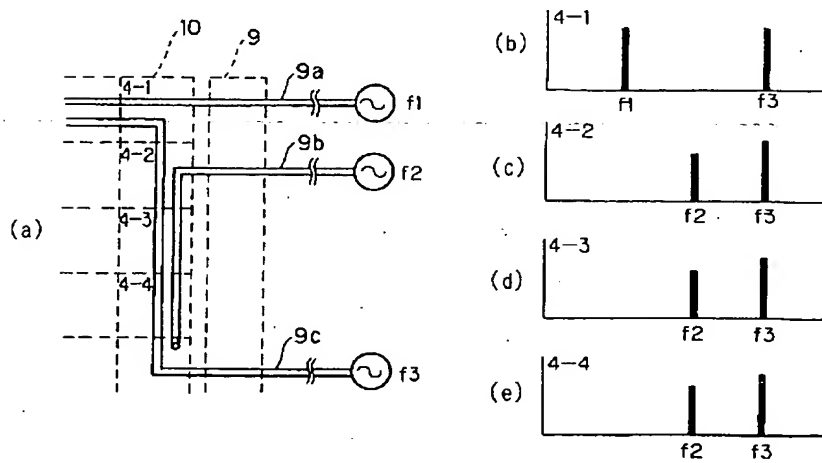
- 1 2 高周波信号発生器
- 1 3 パルス信号発生器
- 1 4 遅延器
- 1 5 パルス変調器
- 1 6 検査用高周波信号
- 1 7 高周波信号検波器
- 1 8 パルス比較器
- 1 9 信号解析制御部
- 2 1 検査部

- 2 2 高周波信号発生器
- 2 3 拡散符号発生器
- 2 4 拡散変調器
- 2 5 検査用スペクトラム拡散信号
- 2 6 拡散符号切替器
- 2 7 逆拡散器
- 2 8 帯域制限フィルタ
- 2 9 レベル検出器
- 3 0 信号解析制御部

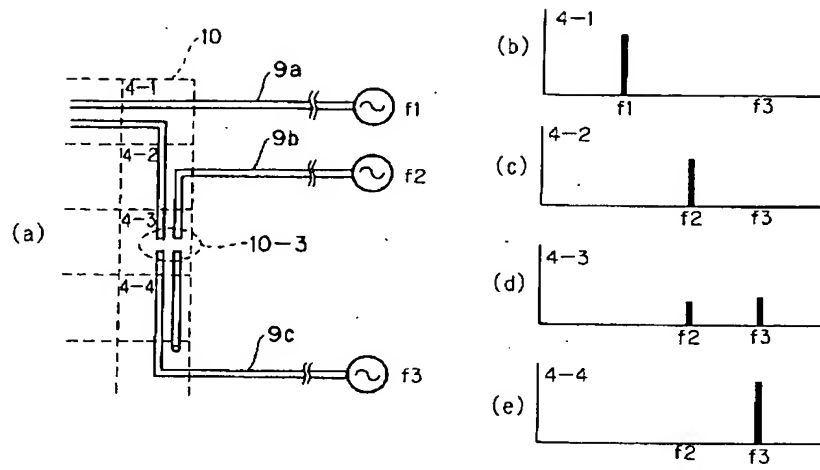
【図 1】



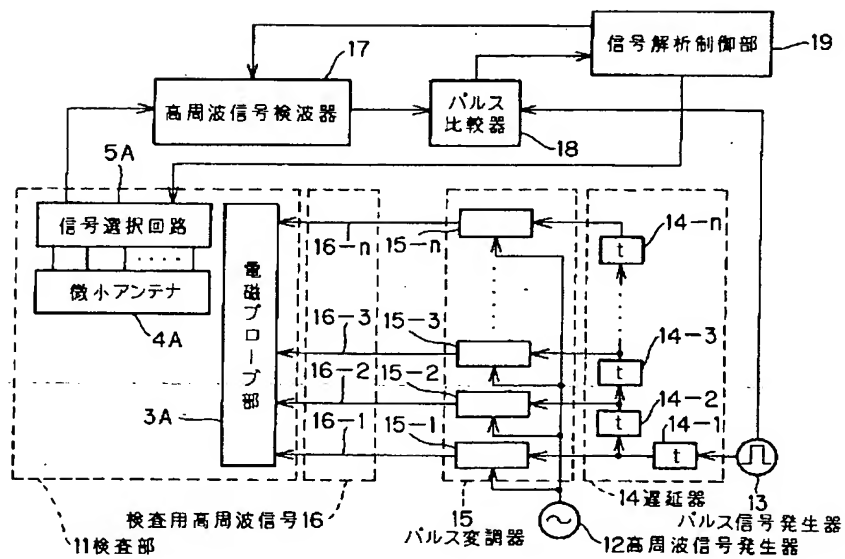
【図 2】



【図 3】



【図 4】





【図 5】

